

وقود الجازولين





د. محمد شفيق الكناني
م. سعود عبدالعزيز الدريس

١٤٣٢ هـ - ٢٠١١ م





الجازولـين - يعـرف بالبنزين في الدارجة - وهو عبارة عن مزيج معقد يضم أكـثر مـن ٥٠٠ مركب هيدروكربوني (مركبات أليفاتية ذات سلاسـل مسـتقيمة ومتفرعـة وحلقية)، يتـراوح عدد ذرات الكربون فيه ما بين ٥ إلى١٢ذرة، وتتراوح درجـة غليـان مركباته مـا بين ٣٠ °م إلى ٢١٠ °م، كما يوجـد فيه كميات قليلة من نفثينات ومركبات عطرية.

يختلـف التركيـب الجزيئـي لمكونـات الجازولـين، كمـا هـو مبين في الجـدول (١)، وكذلك الخواص الفيزيائية من جازولين لآخر حسب مصدره.

المكونـــات	النسبة المئوية (٪)
- مركبات أليفاتية ذات سلسلة مستقيمة ومتفرعة.	٣٠–٥٠
- مركبات أليفاتية حلقية.	٢٠–٣٠
- مركبات أروماتية.	٢٠–٣٠

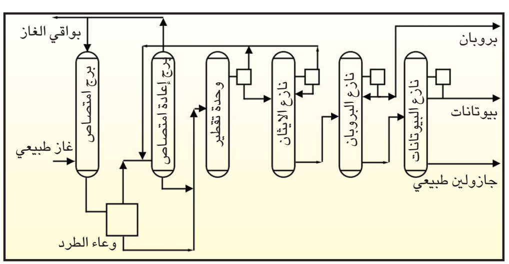
جدول (١) التركيب الجزيئي للجازولين.

أنـواع الـجـازولــين

هنـاك عدة أنواع من الجازولين تنتج في مصـافي تكرير النفـط، تعتمد على نوعية الخام المستخدم، وعلى طرق ووحدات التكرير المستخدمة، ومن أهمها مايلي:

• الجازولين الطبيعي

يتكـون الجازولين الطبيعـي من مزيج متطاير من مركبات هيدروكربونية مشـبعة، وهـي البيوتـان والبنتان، والأجـزاء الأعلى مـن البنتان، والتـي تكون جـزءاً من الغاز الطبيعي. وتجري عملية فصل الجازولين الطبيعي من الغاز، إما بواسطة الانضغاط أو الامتصـاص أو الاثنـين معاً. ويبين الشكل (١) مخططاً مبسطاً لوحدة فصل الجازولين الطبيعـي من الغـاز الطبيعي، حيث تتم بضغـط الغاز الطبيعي الرطـب إلى ٣٥ضغطاً جويـاً، ثم يمرر إلى برجين يعملان على التـوازي حيث يتلاقى الغاز المضغوط مع زيوت الامتصـاص التـي تدخـل من أعلـى الـبرج نحـو الأسفـل، فيمتصـ الزيـت البروبـان والمركبـات الهيدروكربونيـة المشبعة الأعلـى، ويمر من هذه الوحـدة الميثان والإيثـان بدون



شكل (١) مخطط مبسط لوحدة فصل الجازولين الطبيعي من الغاز الطبببيعي.

امتصاص، وبذلك يتم الحصول على غاز طبيعي جاف يستفاد منه كوقود غازي للوحدة، أو كلقيم للوحدات البتروكيميائية. أما الجازولين الطبيعي فيفصل من الزيت المشبع بمكوناته في وحدة التقطير. ويبين الجدول (٢) تركيب الجازولين الطبيعي الذي يتم الحصول عليه مباشرة من الزيت الغاسل كخام، وتركيبه بعد تثبيته وبعد نزع آيزو البيوتان منه. يستخدم الجازولين الطبيعي كوقود وكمكوِّن مهم لجازولين المحركات، حيث يساعد على رفع ضغطه البخاري، وتسهيل عملية البدء في تشغيل المحرك في الطقس البارد.

المكون	خام	مثبت	منزوع البيوتان
ميثان	–	–	–
إيثان	١,٥	–	–
بروبان	١٤,٧	–	–
البيوتان النظامي	٣٠	١٥,٣	٣,٢
آيزوبيوتان	١٠,٢	١,٥	–
البنتان النظامي	١٥	٢١	٢٤,٥
آيزو البنتان	٤,٨	٧,٢	٨,٥
C_{5+}	٢٣,٥	٥٥	٦٣,٨

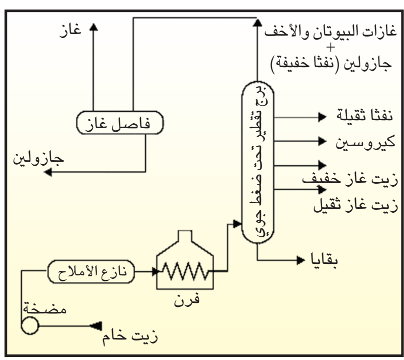
جدول (٢) تركيب جازولين الغاز الطبيعي (مول٪).

• تقطير النفط الخام

تعد عملية تقطير النفط الخام أول الخطوات للحصول على نواتج بترولية متنوعة، وتعد المشتقات الناتجة من هذه الخطوة مهمة لعمليات أخرى أكثر أهمية في مصفاة تكرير البترول. وتتم عملية تقطير النفط الخام تحت ضغط جوي للحصول على منتجات نفطية، يستخدم بعضها كوقود في وسائل المواصلات وغيرها. تهدف عملية تقطير النفط الخام إلى فصله لأجزاء مختلفة على أساس درجات غليانها، حيث يغلي كل منها عند نطاق معين. ويلزم لبعض المشتقات النفطية الناتجة عن عملية التقطير مجرد معالجة كيميائية أو حفزية؛ لتصبح منتجات جاهزة كوقود أو استخدامها كلقيم لعمليات أخرى، مثل: إعادة التشكيل الحفزي، أو التكسير الحراري والحفزي، أو التماكب، أو المعالجة بالهيدروجين وغيرها من العمليات الأخرى. وتستخدم المواد الناتجة من تلك العمليات إما مباشرة كوقود مثل: الجازولين، والديزل، ووقود الطائرات وغيرها، أو كمواد أساسية في الصناعات البتروكيميائية. ويبين الشكل (٢) مخططاً مبسطاً لوحدة تقطير. كما يوضح الجدول (٣) المشتقات الناتجة عن عملية تقطير النفط الخام واستخداماتها. يمكن تصنيف نواتج التقطير أعلاه بالاعتماد على

تناقص درجة التطاير إلى:

* **غازات:** وتتكون بشكل رئيس من الميثان والإيثان، والتي تستخدم كوقود أو كلقيم في الوحدات البتروكيميائية، والبروبان والبيوتان اللذان يميعان بالضغط ليباعا بشكل غاز بترول مسيل (LPG). كما ويمكن في بعض الحالات استخدام البيوتان لحد ما في جازولين المحركات.



شكل (٢) وحدة تقطير نفط خام تحت الضغط الجوي.

* **المقطرات الخفيفة:** وتعرف بالنفثا، وتحتوى على أجزاء يمكن استخدامها مباشرة مع جازولين المحركات أو الطائرات النفاثة، أو كلقيم لعمليات إعادة التشكيل والوحدات الصناعية البتروكيميائية.

	درجة الغليان (مْ)	الاستخدامات كوقود
غازات	أقل من ٢٠	وقود مصافي، غاز بترول مسّيل
جازولين خفيف غير معالج	٢٠–٧٥	يمزج مع جازولين المحركات
جازولين غير معالج (نفثا خفيفة)	٧٥–١٤٠	وقود
نفثا ثقيلة	١٤٥–١٨٥	وقود محركات نفاثة
كيروسين	١٨٥–٢٤٠	وقود للاستعمالات المنزلية ووقود جرارات
زيت الغاز الخفيف	٢٤٠–٣٢٠	وقود ديزل وتسخين (تدفئة)
زيت الغاز الثقيل	٣٢٠–٣٥٠	وقود ديزل وتسخين (تدفئة)
بقايا الضغط الجوي	أعلى من ٣٥٠	زيت وقود ثقيل

جدول (٣) المشتقات الناتجة عن عملية التقطير واستخداماتها كوقود.

* **المقطرات المتوسطة:** وتعرف بالكيروسين، وتحتوى على أجزاء ذات درجة غليان أعلى، وتستخدم في عمليات إعادة التشكيل والإضاءة والتسخين وكوقود لمحركات الطائرات.

* **المقطرات الثقيلة:** وتعرف بزيت الغاز أو الديزل، وتستخدم كوقود أفران.

* **بقايا التقطير:** وتستخدم لصناعة زيوت التزييت والشموع والبيتومين وكلقيم

لوحدات التكسير أو التقطير تحت الفراغ.

• التكسير الهيدروجيني

تتضمــن هذه العملية تكسير وهدرجة، وتتــم بتمرير مزيج من اللقيم والهيدروجين بوجــود محفــز ثنائــي الوظيفة عنــد درجات حــرارة تتراوح مــا بــين٣٤٠ إلى ٤٢٠° م وتحــت ضغط ١٣٥ جو. ويتكون المحفز من النيــكل أو التنجستن أو البلاتين أو البلاديوم المحمّــل علــى داعم مــن السيليــكا - ألومينـــا أو الزيولايــت، حيث يقوم الفلــز بوظيفة الهدرجة والداعم بوظيفة التكسير. ويبين الشكل (٣) مخططاً مبسطاً لوحدة التكسير الهيدروجينــي. ومن الجدير بالذكــر أن من عيوب الجازولين النـــاتج بهذه الطريقة أن لــه رقم أوكتان منخفض، وبالتالي يجــب أن يخضع إلى عملية إعادة تشكيل حفزي قبل استخدامه كجازولين في المحركات.

شكل (٣) وحدة مبسطة لعملية التكسير بوجود الهيدروجين.

• إعادة التشكيل الحفزي

تستخــدم هــذه الطريقــة في مصــافي تكريــر البــترول، لتحســين عــدد أوكتــان المقطرات، والتي تقع درجات غليانها ضمن مدى درجات غليان الجازولين، فعلى سبيل المثال ترفع هــذه الطريقة رقم أوكتان لقيم يغلــي ما بــين ٧٠ إلى ١٩٠° م من حوالي ٤٠ إلى ٩٥. ويجــري تحسين رقم الأوكتان بصورة رئيسة، بتحويل المركبات الهيدروكربونية البرافينيــة ذات السلاســل المستقيمــة إلى متماكبات ذات السلاســل المتفرعة أو إنتاج مركبــات عطريــة، كما يتم تحويل النفثينات بسهولــة إلى مركبات عطرية. تستخدم هذه الطريقــة - أيضاً - لإنتاج مركبــات هيدروكربونيــة أو أروماتيــة بحسب ظروف التفاعل ونــوع المادة المحفزة. استخدمت طريقة التشكيل الحفــزي لأول مرة في مصافي تكرير البــترول عــام ١٩٤٠م، وهــي عبارة عــن إمرار بخــار اللقيم فوق مادة محفــزة ثنائية الوظيفة لها حامضية لهدرجة ونزع الهيدروجين، وعادة ما تكون المحفزات من البلاتين المدعم على الألومينا، حيث يعمل البلاتين على هدرجة ونزع الهيدروجين، أما الألومينا

فتعالــج بشكل عام بكلوريــدات وفلوريدات لتعطي مكوناً حامضيــاً. وتتم العملية بوجود الهيدروجــين عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٤٥٠ إلى ٥٥٠°م وضغط يتراوح ما بين ١٠ إلى ٥٠ ضغط جوي.

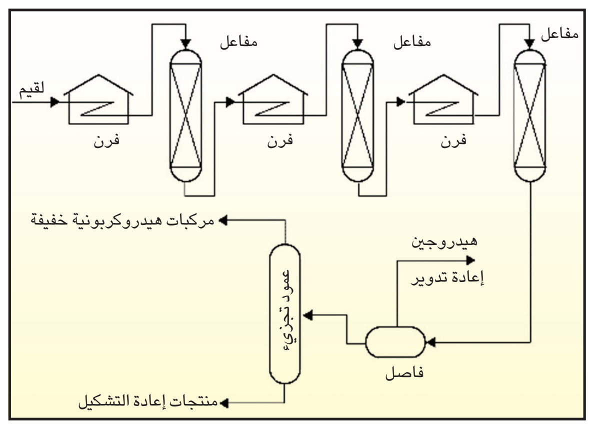
يستخــدم عدد مــن المتغيرات للعملية مثــل درجة الحرارة، والضغــط، ونــوع المادة المحفــزة والمفاعل. فعلى سبيل المثال تتم عمليــة إعادة التشكيــل بوجود محفز البلاتين المدعــم على الألومينــا (Platforming Process) في مفاعلات يتراوح عددها ما بين ٣ إلى ٥ موصولــة علــى التسلســل. ويجــري التفاعل تحت ضغط يتراوح مــا بين ٢٧ إلى ٤٠ضغــط جوي ونسبة الهيدروجين إلى الهيدروكربون ١٠:١ عند درجة حرارة تتــراوح مــا بــين ٤٥٠ إلى ٥٤٠م°. ويبــين الشكل (٤) مخططــاً مبسطاً لوحدة إعــادة التشكيل باستخــدام محفز البلاتــين المدعم على الألومينا. وتحدث أثنــاء عملية إعادة التشكيل التفاعلات الأساسية التالية:

١- نــزع الهيدروجين من مركبــات الهكسانات الحلقية لتتحــول إلى مركبات عطرية، معادلة (١).

٢-نزع هيدروجين وتماكب لمركبات بنتانات حلقية لتتحول إلى مركبات عطرية، معادلة (٢).

٣- تماكب الألكانات، معادلة (٣).

٤- نزع هيدروجين وتحلق الألكانات، معادلة (٤).



شكل (٤) وحدة إعادة التشكيل باستخدام محفز البلاتين المدعم على الألومينا.

٥- تكسير مهدرج للألكانات، معادلة (٥).

ويعتمـد نوع التفاعلات التي تتم في عملية التشكيل على شروط التشغيل مثل درجة الحـرارة والضغط ونوع المحفز وغيرها. وبناءً على ما تقدم يعزى تحسين رقم الأوكتان عـن طريق إعادة التشكيل إلى تكوين مركبـات هيدروكربونية متفرعة وعطرية تتصف بأرقـام أوكتان مرتفعة، وهذه تحسـن ـ بمقدار كبير ـ جودة أداء الجازولين في محركات الاحتراق الداخلي؛ لأنها مركبات ثابتة حرارياً ومقاومة للدق.

• الألكلة الحفزية

تعـد هذه الطريقة ـ في الوقت الحاضر ـ من أفضل الطرق لإنتاج مكونات الجازولين برقـم أوكتـان مرتفـع يصـل إلى ٩٨ من منتجات غـازات التكريـر، وتتضمـن الألكلة تفاعل آيزو البيوتـان مع ألكينات (أوليفينـات) منخفضـة الوزن الجزيئـي، مثـل: البروبيـن أو البيوتينـان، بوجـود محفـز حامضي يحتـوى عادة على ٩٦-٩٨٪ مـن حمـض الكبريـت أو فلوريـد الهيدروجيـن اللامائي. ويتم الحصول على الآيزوبيوتان والبروبين والبيوتينات كمنتجات ثانويـة مـن عمليـات التكسيـر الحفزي، كما يوجد الآيزوبيوتان في الغازات الناتجة من عمليات تقطير الزيت الخام.

(١) ميثيل هكسان حلقي → تولوين $+ 3H_2$

(٢) ميثيل بنتان حلقي → بنزين $+ 3H_2$

(٣) $CH_3(CH_2)_3CH_3$ (بنتان) → $CH_3CH(CH_3)\text{-}CH_2CH_3$ (٢- ميثيل البيوتان)

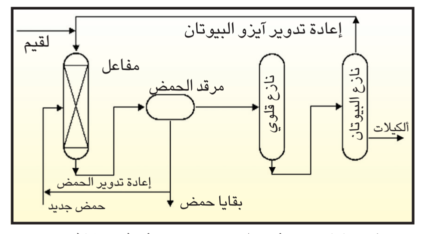
(٤) $CH_3(CH_2)_5CH_3$ (هبتان) → تولوين $+ 4H_2$

(٥) $CH_3(CH_2)_5CH_3$ (هبتان) $\xrightarrow{H_2}$ $CH_3CH_2CH_3$ (بروبان) $+ CH_3(CH_2)_2CH_3$ (بيوتان)

معادلات تفاعلات إعادة التشكيل الحفزي.

تم اكتشـاف عمليـة الألكلة الحفزيـة في منتصف الثلاثينـات وكانت عملية مهمة جـداً لإنتـاج جازولين الطائـرات أثناء الحـرب العالميـة الثانيـة. وتعطي هذه الطريقة مزائـج معقـدة من النواتج تحت ظروف معينة. تتم عملية الألكلة الحفزية تحت ضغط كافٍ لإبقاء الألكين والآيزوألكان في الطور السائل، وعند درجة حرارة منخفضة تتراوح

مـا بين صفـر إلى ١٠°م عند استخدام حمض الكبريت كمادة محفزة وذلك لمنع عملية أكسـدة الألكين، وعند درجة حـرارة ٥٠°م عند استخدام حمض فلوريد الهيدروجين. ويبـين الشـكل (٥) وحـدة ألكلـة الآيزوبيوتان مـع أولفـين منخفـض الـوزن الجزيئي باستخدام محفز من حمض الكبريت.



شكل (٥) وحدة ألكلة آيزوبيوتان مع أولفين منخفض الوزن

• **البلمرة**

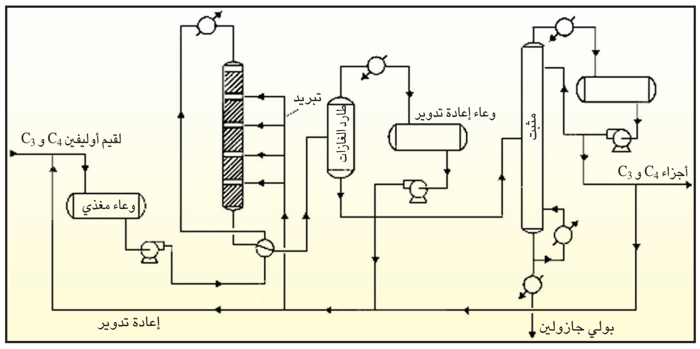
يمكن بلمرة البروبـين والبيوتينات للحصـول علـى منتـج ذي رقـم أوكتان عـالٍ يغلي في نطـاق غليان الجازولين، وتعـد هـذه العمليـة متممـة لعمليـات التكسير لزيـادة إنتـاج الغازولين، وذلك عن طريق الاستفـادة من الغـازات الناتجة عن تلك العمليات.

استخدمــت طريقة البلمرة هذه في ثلاثينــات وأربعينات القرن الماضي؛ لتحويل الأوليفينات منخفضة الوزن الجزيئي إلى أوليفينات يتراوح عدد أوكتانها ما بين ٩٠ إلى ٩٧، تخلط مع الجازولين لرفع رقم أوكتانه أو تستخدم مباشرة كوقود.

تتـم عملية البلمـرة الحفزيـة بتسخـين الأوليفـين المستخـدم كلقيـم؛ وذلك لإزالة الكبريت وبعـض المركبـات الأخرى غير المرغـوب بها، ومن ثـم إمراره فـوق حمـض الفوسفور الصلب (حمض الفوسفور المحمّل علـى داعـم من الكوارتـز أو الكيسلجــر) أو بإمــراره في حمـض الفوسفور السائل، حيـث يحدث تفاعـل بلمـرة ناشر للحرارة. ويجري تفاعل البلمرة عنـد درجـات حرارة تتـراوح ما بين ١٤٩ إلى ٢٣٢°م وتحـت ضغط يتـراوح ما بـين ١٤ إلى ٨٦ ضغـط جـوي. ويبين الشكل (٦) وحدة بلمرة أولفينات في الطور الغازي.

• **التكسير الحراري**

تهـدف هذه العمليـة بشكل أساس إلى إنتـاج الإيثيلين، عن طريـق تكسير الإيثان أو البروبـان أو البيوتـان أو النفثـا، وينتج الجازولين في هذه العمليـة كمنتج ثانوي عند استخدام النفثا كلقيم. تتم هذه العملية بمزج اللقيم مع بخار الماء وتسخينه إلى درجة



شكل (٦) وحدة بلمرة الأوليفين (البروبلين والأيزوبيوتلين).

حـرارة تـتراوح ما بـين ٧٥٠ إلى ٩٣٠°م في أفـران أنبوبية، ومن ثم تبريـده إلى درجة حرارة تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٤٠٠°م. وتتنوع المنتجات الناتجة عن هذه العملية بحسب ظروف التفاعل.

• عمليات التماكب

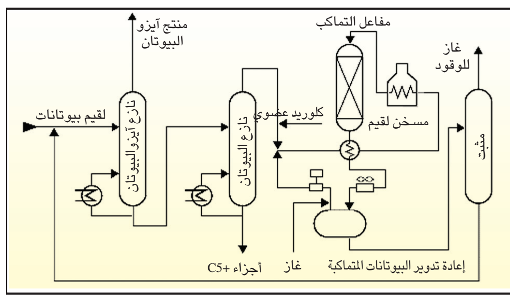
تستخـدم عمليات التماكب لتحويل البيوتـان النظامي والبنتان النظامي والهكسان النظامـي إلى آيزوبرافينـات ذات عـدد أوكتـان أعلـى، ويتـم في هـذه العملية تحويل البرافينـات ذات السلاسـل المستقيمـة إلى برافينات متفرعـة، أي متماكبات لها نفس الصيغـة الجزيئية، ولكنها تختلف عنها بالصيغة البنائيـة. وتعد عملية التماكب مهمة جداً لتحويـل البيوتان النظامي إلى آيزوبيوتان، لاستخدامـه كلقيم في وحدات الألكلة، وتحويـل البنتان النظامي والهكسـان النظامي إلى متماكبـات متفرعة، وذلك لخلطها مـع الجازولين. وتتشابه هـذه العملية مع عملية إعادة التشكيل الحفزي من حيث إعادة ترتيـب الجزيئـات الهيدروكربونيـة، ولكنهـا لا تشبهها مـن حيث تحويـل البرافينات النظامية إلى آيزوبرافينات، ولها عدة مميزات هـي:

١- تجري عند درجة حرارة منخفضة.

٢- وجود عمليتين مميزتين لتماكب البيوتان والبنتان والهكسان.

٣ - استخدام محفز كلوريد الألمنيوم مع كلوريد الهيدروجين بينما الأخرى يستخدم فيها محفز البلاتين أو معدن آخر عند درجة حرارة عالية.

تتم عملية التماكب بمزج البيوتان النظامي أو مزيج من البيوتانات مع الهيدروجين – وذلك لمنع تكوين أوليفين – ويمرر من خلال مفاعل عند درجات حرارة تتراوح ما بين ١١٠ – ١٧٠ °م وتحـت ضغط يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ ضغط جوي، وبعد انتهاء التفاعل يتـم نزع الهيدروجـين في فاصل تحت ضغط مرتفع وكلوريد الهيدروجين في عمود نازع، أمـا مزيـج البيوتان النـاتج فيرسل إلى عمـود التجزئة؛ لفصل البيوتـان النظامي عن منتـج الآيزوبيوتـان، ويبين الشكل (٧) مخططاً مبسطاً لعمليـة تماكب البيوتان. يزيد تماكـب كل من البنتان والهكسان من رقم أوكتان الجازولين الخفيف، وكل من المركبين النظاميـين موجودان بوفرة في الجازولين غير المعالـج (جازولين القطفة الأولى). وفي عمليـة تماكب كل مـن البنتان النظامـي والهكسـان النظامـي، يمــزج اللقيم المخفف والمنزوع منه الكبريت مع كمية قليلة من كلوريد عضوي والهيدروجين الدوار، ويسخنان إلى درجـة حـرارة المفاعـل. وبعـد ذلـك يمرر فـوق محفز معـدني مدعـم في المفاعـل الأول، حيـث يتـم هدرجـة البنزيـن والأوليفينـات، وبعدهـا يذهــب اللقيــم إلى مفاعل التماكب حيث تتماكب



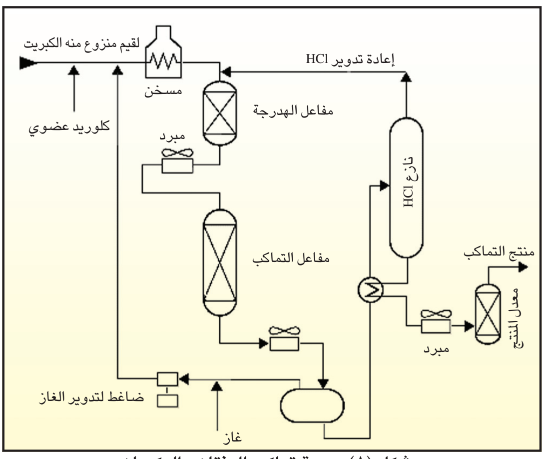
شكل (٧) وحدة تماكب البيوتانات.

البرافينات حفزياً إلى آيزوبرافينـات. يبرد تيار ناتج التماكب ويفصل في فاصل المنتـج إلى تياريـن: منتــج سائل (المتماكبات)، وتيار غـاز هيدروجـين دوار. ومن ثـم تغسـل المتماكبات (بمحلول قلوي وماء) ويفصل الحمض ويثبت المنتج قبل ذهابـه للتخزيـن. ويـبين الشكـل (٨) مخططاً مبسطاً لعمليـة تماكب البنتان والهكسان النظاميين.

- **التكسير الحفزي**

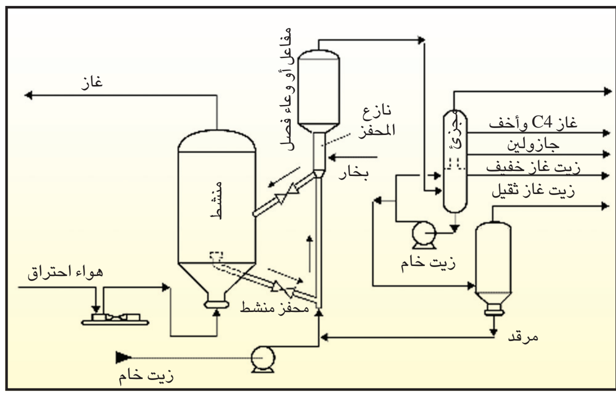
استخدمت هذه الطريقة لأول مرة في مصافي تكرير البترول في الولايات المتحدة عام ١٩٢٢م، ومـن ثم تم تطويرها في الأربعينات لإنتاج نوعية عالية الجودة من الجازولين. وتتم عمليـة التكسير الحفزي بطريقتين، هما: طريقة الطبقـة الثابتة وطريقة الطبقة الفـوارة أو السائلة، ويبـين الشكل (٩) وحدة للتكسير الحفـزي بالطبقة الفوارة. وتتم

عمليــة التكسير الحفــزي بإمرار بخــار اللقيم الناتج مــن عملية التقطــير تحت الفراغ



شكل (٨) وحدة تماكب البنتان والهكسان.

لبقايــا التقطير تحــت الضغط الجوي وإلى حــد ما زيوت الغاز من خــلال مادة محفزة حامضية عند درجات حرارة تتراوح ما بين٤٦٠ ^{o} إلى ٥٢٠م^{o}، وتحت ضغط جوي واحد تقريباً. ومن المحفزات الشائعة المستخدمة سيليكا ـ ألومينا والصلصال الطبيعي، إلا أنه تم تطويــر محفزات جديــدة في منتصف الستينات مثل المناخــل الجزيئية والزيوليتات، وأصبحــت أكثر استخداماً؛ نظراً لفعاليتها العالية. يتراوح رقم الأوكتان الناتج عن هذه



شكل (٩) وحدة التكسير الحفزي بالطبقة الفوارة.

العملية ما بين ٧٤ إلى ٩٤، ويعتمد ذلك على نوع اللقيم وظروف تشغيل العملية.

يتميـز الجازولين الناتج عـن عمليات التكسـير الحراري والحفـزي باحتوائه على مركبات أوليفينية وحيدة أو ثنائية الرابطة المضاعفة، على عكس الجازولين الناتج عن تقطير النفط الخام الذي لايحتوي على مركبات أوليفينية. وبما أن المركبات الأوليفينية تمتـاز بثباتها الحـراري مقارنة بالمركبـات البرافينية، فإن هذا يساعـد على رفع رقم الأوكتان في أجزاء الجازولين، أي أن رقم أوكتان الجازولين الناتج عن عمليات التكسير الحـراري والحفـزي أعلى من رقم أوكتـان الجازولين الناتج عن عمليـة تقطير النفط الخـام. تمتاز نواتج التكسير الحفزي - إضافة إلى ما سبق - بقلة احتوائها على مركبات أوليفينية مقارنة مع نواتج التكسير الحراري؛ وذلك لهدرجتها بوجود العوامل المحفزة، غير أن ارتفاع رقم أوكتان الجازولين الناتج عن التكسير الحفزي يعود إلى احتوائه على نسـب عالية من المـواد المتماكبة. يبين الجـدول (٤) النسبة المئويـة الوزنية والحجمية للجازولين الناتج عن عمليتي التكسير الحراري والحفزي.

تحسين الصفات الاحتراقية للجـازولين

إن مواصفات أنواع الجازولين الناتجة عن العمليات المذكورة أعلاه لاتفي بالمتطلبات اللازمة، وبخاصة في الوقت الحاضر بعد ارتفاع نسبة الانضغاط في محركات السيارات؛ لذلك تحتاج إلى إضافات معينة لرفع عدد الأوكتان وتحسين مواصفاته المهمة التالية:

- ثباتية حرارية عالية.
- سرعة في الاحتراق، وقابلية جيدة للاحتـراق الذاتـي.
- قابلية تطاير مناسبة تؤمـن اشتعالاً منتظماً بالهـواء.
- أن يكـون مقاومـاً لعمليـة الدق في المحـركات، وذا رقم أوكتان مرتفع.

وبنـاءً علـى مـا تقـدم،

المنتـــج	تكسير حراري		تكسير حفزي	
	حجم (٪)	وزن (٪)	حجم (٪)	وزن (٪)
غاز	–	٦,٦	–	٤,٥
بروبان	٣,٧	٢,١	٢,٢	١,٣
بروبلين	١,٨	١,٠	٣,٤	٢,٠
آيزوبيوتان	١,٣	٠,٨	٤,٠	٢,٦
بيوتان نظامي	٢,٩	١,٩	١,٤	٠,٩
بيوتيلين	٢,٦	١,٨	٣,٨	٢,٦
C5+ جازولين	٣٢,١	٢,٦٩	٤٦,٧	٤٠,٢
زيت خفيف غير متفاعل	١,٩	١,٩	٣٢,٠	٣٣,٢
زيت متبقي	٥٧,٠	٥,٢	–	–
فحم	–	٥	–	٥,٠

جدول (٤) مردود المنتجات الناتجة عن عمليتي التكسير الحراري والحفزي.

وللحصـــول علـــى جازولين عالي الجودة ويحقـق المواصفات المهمة المذكـورة أعلاه لابد مـــن استخدام مضافات متنوعة، والتي هي عبارة عن مواد كيميائية تمزج معه لتحسين أدائــه في محركات المركبــات. ومن أهم المضافات المستخدمــة في الجازولين هـي: مواد مانعــة لعملية الدق والتآكل والتجمد والترسيب ومواد ضد الأكسدة ومنظفة للاحتراق.

ومن أهم المضافات ما يلي:

• مركبات مانعة لعملية الدق

تستخدم هذه المواد بكميات قليلة في الجازولين لتحسين رقم أوكتانه، بدلاً من تغيير صفاته الكيميائية. وقد استخدم مركب رباعي إيثيل الرصاص كمادة إضافة مانعة للدق في الجازولــين في عام ١٩٢٣م، ووصـل تركيزه تدريجياً في الجازولــين ليصل إلى أعلى قيمة له (٢,٥جرام/جالون) في أواخر الستينات. ونظراً لمخاطر مركبات الرصاص في الجازولــين على البيئة؛ فقد أصدرت وكالة حماية البيئــة الأمريكية قوانين وتشريعـات للحــد أو لإيقـاف ـ تدريجياً ـ استخدام تلك المركبات كمواد إضافية للجازولين. وقد بدأ ذلك فعلياً في أواخر السبعينات وتم استخدام مركبات أكسجينية بديلاً عنها.

والمضافــات الأكسجينيــة هي مركبــات هيدروكربونيــة تحتوي علــى ذرة أو أكثر من الأكسجــين، ومــن أهمهــا الأغوال الأوليــة مثل الإيثانــول، والمركبات الإيثريــة مثل ميثيل ثالثــي بيوتيل الإيــثر (MTBE) وإيثيل ثالثي بيوتيل الإيــثر (ETBE) وثالثي أميل ميثيل الإيثــر (TAME). يهدف استخــدام مثل هذه المضافات إلى تحســين صفات الجازولين الاحتراقيــة في محركات العربات، ورفع رقم أوكتانــه، وليكون الاحتراق أكثر نظافة وأقل تلويثــاً للبيئــة. ويبــين الجــدول (٥) بعضــ خواصــ المركبــات الأكسجينيــة المستخدمــة كمواد إضافــة للجازولين. الجدير بالذكر أن وكالة حماية البيئة الأمريكية سمحت في عام ١٩٨٨م باستخدام (MTBE) كمادة إضافة في الجازولين بنسبة تصل إلى ١١,٥٪ حجماً، وفيما يلي لمحة موجزة عن تلك المركبات.



* **ميثيـل ثالثـي بيوتيـل الإيـثر**: وقـد ازداد استخدامـه كمـادة إضافـة في جازولين المحـركات منذ أكثر من عشرين سنة، أي في بداية الثمانينات بعد أن تم إصدار قوانين وتشريعـات بيئية تمنع استخدام مادة رباعي إيثيل الرصاص، ويتراوح رقم أوكتان هذا المركـب مـن ١٠٦ إلى ١١٠، ويضاف للجازولين بحجم ١٠ إلى ١١٪. بناءً على ذلك فقد

صفات مركب	الإيثانول	MTBE	ETBE	TAME
الصيغة الكيميائية	CH_3CHOH	$CH_3OC(CH_3)_3$	$CH_3CH_2OC(CH_3)_3$	$CHO_3CH_2C(CH_3)_3$
محتوى الأكسجين(٪ وزناً)	٣٤,٧٣	١٨,١٥	١٥,٦٦	١٥,٦٦
رقم الأوكتان (R+M)/2	١١٥	١١٠	١١١	١٠٥
ضغط بخار ريد	١٨	٨	٤	١,٥

جدول (٥) بعض خواص المركبات الأكسجينية المستخدمة كمضافات للجازولين.

ارتفـع إنتاجه ما بـين عـــام ١٩٩٠م و١٩٩٤م من ٨٣ ألف إلى ١٦١ ألـف برميل يومياً علـى التـوالي إلى أن وصل إلى ٢٦٩ ألف برميل يومياً في عـام ١٩٩٧م. إلا أنه في بداية التسعينات، وفي الولايات المتحدة الأمريكية تعالت صيحات إيقاف استخدام (MTBE) كمـادة إضافة للجازولـين؛ نظراً لما يسببه من تلوث للميـاه الجوفية والبحيرات، نتيجة تشربهـا مـن أنظمة التخزين والتوزيع، وقد منع استخدامـه كلياً في ولاية كاليفورنيا في نهايـة عام ٢٠٠٤م. ويدرس مجلـس الشيوخ الأمريكي في الوقت الحالي منع استخدامه في جميـع الولايات المتحدة الأمريكية ما بين عامي ٢٠٠٧-٢٠٠٨م، واستخدام الإيثانول والألكيـلات والآيزو أوكتان ومركبـات إعادة التشكيل عوضاً عنه. وهناك بعض وحدات تصنيـع (MTBE) تم إيقافهـا عـن الإنتـاج والبعض الآخـر سيتم تحويلهـا إلى إنتاج الآيزوأوكتان أو عمليات ألكلة لإنتاج ألكيلات كمواد إضافة.

* **الإيثانـول**: وهـو مكون ذو نوعيـة عالية كمادة إضافة لرفع رقـم أوكتان الجازولين، عـلاوة علـى ذلك يمكن الحصول عليه من الذُرة ومن مصـادر متجددة أخرى. كما أن استخدامه في الجازولين كمادة مضافة بنسبة ١٠٪ ليساعد على احتراقه بشكل أنظف، وبالتـالي يقلل من التلـوث البيئي وفق المعايير الدولية. وقد أوصـت وكالة حماية البيئة باستخـدام الإيثانـول كمادة إضافـة للجازولـين فـي مدن معينة مـن العالم التي تعاني مـن مشاكل تلـوث الهـواء. ويستخدم في الوقت الحالي حـوالي ٥,١ بليون جالون سنوياً

مــن الإيثانول كمــادة إضافة للجازولــين، ويتــم الحصول على أغلب هـــذه الكمية من الذُرة. وقد ازداد استخدامـه في الآونـة الأخيرة في الولايات المتحدة الأمريكية، ويتوقع أن يقفـــز استخدامــه إلى ٥ بليون جالون بحلول عام ٢٠١٢م، وهذه الزيـادة تمثـل ٣٠٪ مــن الكمية المستخدمة حالياً. بدأت بعض دول العــالم استخدام الإيثانول بمقدار ١٠٪ في الجازولــين كمــادة بديلة عن ميثيل ثالثي بيوتيل الإيــثر، حيث بلغ استخدام ٨٥٪ من الإيثانول في بعض مدن الولايات المتحدة الأمريكية و١٠٠٪ في البرازيل كوقود للسيارات بدلاً من الجازولين.

المصدر: مجلة العلوم والتقنية - العدد ٧٨ .

مع تحيات اللجنة الإعلامية

معهد بحوث البتروكيماويات
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
هاتف / ٤٨٨٣٧٧٩ - فاكس / ٤٨١٣٦٧٠

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

رقم الوثيقة : 14P0016-BKT-0001-AR02